

3/5/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011806713 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1998-223623/ 199820  
XRPX Acc No: N98-177479

High speed routing control system for wireless ATM communication  
apparatus using ATM network - has processor that specifies path which  
does not include link with congestion, as optimal path

Patent Assignee: NEC CORP (NIDE )  
Inventor: MASUDA M; NISHIHARA M; OGAWA M  
Number of Countries: 002 Number of Patents: 003  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10065733	A	19980306	JP 96215678	A	19960815	199820 B
JP 2964957	B2	19991018	JP 96215678	A	19960815	199949
US 6201810	B1	20010313	US 97910117	A	19970813	200120

Priority Applications (No Type Date): JP 96215678 A 19960815

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10065733	A	15	H04L-012/56	
JP 2964957	B2	14	H04L-012/56	Previous Publ. patent JP 10065733
US 6201810	B1		H04L-012/56	

Abstract (Basic): JP 10065733 A

The system includes a selector (11) that selects the various paths  
to the address node based on the physical connection information on the  
link which is connected between various nodes. A processor (12)  
specifies the path that does not include the link with congestion as  
optimal path.

ADVANTAGE - Shortens time required for selection of path.  
Facilitates high speed routing control. Enables effective transmission  
of monitor cell.

Dwg.1/11

Title Terms: HIGH; SPEED; ROUTE; CONTROL; SYSTEM; WIRELESS; ATM;  
COMMUNICATE; APPARATUS; ATM; NETWORK; PROCESSOR; SPECIFIED; PATH; LINK;  
CONGESTED; OPTIMUM; PATH

Derwent Class: W01

International Patent Class (Main): H04L-012/56

International Patent Class (Additional): H04L-012/28; H04M-003/00;

H04Q-003/00

File Segment: EPI

3/5/2 (Item 1 from file: 347)  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05782633 \*\*Image available\*\*  
HIGH-SPEED ROUTING CONTROL SYSTEM

PUB. NO.: 10-065733 A]  
PUBLISHED: March 06, 1998 (19980306)  
INVENTOR(s): MASUDA MICHIO

NISHIHARA MOTOO

OGAWA AKIRA

APPLICANT(s): NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 08-215678 [JP 96215678]

FILED: August 15, 1996 (19960815)

INTL CLASS: [6] H04L-012/56; H04L-012/28; H04M-003/00; H04Q-003/00

JAPIO CLASS: 44.3 (COMMUNICATION -- Telegraphy); 44.2 (COMMUNICATION --  
Transmission Systems); 44.4 (COMMUNICATION -- Telephone)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-speed routing control system whereby optimum route selection is executed even when a destination node is adjacent, a change-over processing to a bypass circuit is executed at high speed, a traffic quantity by topology information is suppressed and follow-up is executed to the large scale conversion of a network.

SOLUTION: A route candidate selection processing part 11 selects plural route candidates till a destination node based on physical connecting information of a link which connects respective nodes and an optimizing processing part 12 specifies the route candidate which does not include the link where a congestion occurs within the plural route candidates selected by the route candidate selection processing part 11 as an optimum route.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-65733

(43)公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/56		9744-5K	H 0 4 L 11/20	1 0 2 D
12/28			H 0 4 M 3/00	D
H 0 4 M 3/00			H 0 4 Q 3/00	
H 0 4 Q 3/00			H 0 4 L 11/00	3 1 0 D

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平8-215678

(22)出願日 平成8年(1996) 8月15日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 升田 道雄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 西原 基夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 小川 亮

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

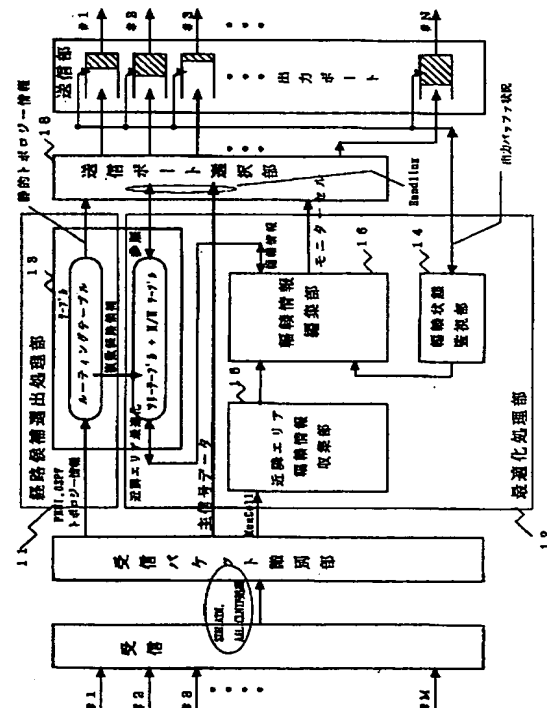
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 高速ルーティング制御方式

(57)【要約】

【課題】 宛先ノードが近接する場合でも最適な経路選択を実施でき、かつ迂回路への切替処理が高速化できるとともに、トポロジー情報によるトラフィック量を抑制でき、ネットワークの大規模化に追従できる高速ルーティング制御方式を提供することを目的とするものである。

【解決手段】 経路候補選出処理部11にて、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補を複数選択し、最適化処理部12にて、近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、経路候補選出処理部11により選出された複数の経路候補のうち、輻輳が発生しているリンクを含まない経路候補を最適経路として特定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コネクション型のATM網を介してLANなどのコネクションレスデータからなるパケットを所定の宛先ノードに対して転送する場合のパケット転送経路を選択するルーティング制御方式において、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補を複数選択する経路候補選出処理部と、所定の近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、経路候補選出処理部により選出された複数の経路候補のうち、輻輳が発生しているリンクを含まない経路候補を最適経路として特定する最適化処理部とを備えることを特徴とする高速ルーティング制御方式。

【請求項2】 請求項1記載の高速ルーティング制御方式において、経路候補選出処理部は、予め設定された各リンクの選出優先度を示すリンクコスト値に基づいて、宛先ノードへの経路のうち各経路を構成するリンクのリンクコスト値の総和が最も小さい最小コスト経路を選出するとともに、自己ノードに隣接する個々の隣接ノードを経由する宛先ノードへの経路のうち、その経路のリンクコスト値の総和が、前記最小コスト経路のリンクコスト値の総和と自ノードから前記隣接ノードまでのリンクコスト値の2倍との和より小さい経路を選出するようにしたことを特徴とする高速ルーティング制御方式。

【請求項3】 請求項1記載の高速ルーティング制御方式において、最適化処理部は、隣接ノードから所定のモニターセルを受信し、そのモニターセルに格納されている輻輳情報のうち、自ノードから所定リンク数以上離れたノードが収容するリンクの輻輳情報を廃棄するとともに、残りの各ノードが収容する各リンクの輻輳情報を取得して最適経路の特定に用い、取得した輻輳情報と自ノードが収容する各リンクの輻輳情報とから新たなモニターセルを生成して隣接ノードに送信するようにしたことを特徴とする高速ルーティング制御方式。

【請求項4】 請求項3記載の高速ルーティング制御方式において、最適化処理部は、所定周期ごとにモニターセルを送信するようにしたことを特徴とする高速ルーティング制御方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高速ルーティング制御方式に関し、特にATM網で、ATMレイヤのVP1およびVC1により、IPパケットをATMレイヤの情報のみで識別し、パケット組立処理遅延なしに転送処理を行うATMコネクションレス通信装置の高速ルーテ

ィング制御方式に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ユーザ側LAN (Local Area Network) のローカルなコネクションレス特性を、グローバルなATM網で収容して、高速かつ低価格で運用する要求が高まっている。本来のATMネットワークでは、シグナリングなどにより、主信号データ転送に先立ってコネクション設定を行い、コネクション設定ごとに各スイッチで詳細なコスト評価、CAC (Connenction Admiss

10 ion Control) 計算などを行い、複数の候補から最適な経路を選択すると同時に、ユーザからのQOS (Quality of Service) 要求を満たすためのリソース確保を行うものとなっている。

【0003】 ATM網におけるPNNI (Private Network-to-Network Interface) およびIP通信におけるOSPF (Open Shortest Path First) で代表されるルーティングプロトコルでは、最適な経路を選択するために、「Dijkstra」アルゴリズムを用いている。

「Dijkstra」アルゴリズムは、全てのノードからのリンク情報を元に同一コストの最小パスを計算し、自分をルート (root: 根) とする各宛先までのツリー (ルートマップ: 最小木) を作成するものであり、

20 「Dijkstra」アルゴリズムを実行するために各ノードは、経路評価として直に接続するリンク状態すなわちトポロジーを管理し、その情報を全ノードに向けて通知することが必要となる。

【0004】 そこで、PNNIやOSPFでは、リンク情報を通知する方法として「Flooding」と呼ばれる手法を規定している。この方法は、トポロジー情報を含むパケットを一定エリア内に早急に伝搬するために用いられ、受信した情報が自分の持っている情報より新しければ周りの皆に配布し、古ければ廃棄する、という動作が基本になっている。図2は、PNNIでの「Flooding」によるトポロジー情報の配布方法を示した概念図である。A. 1-X. 1間リンク状態が変化した場合に、その変化を検出したノードA. 1が発信源となって特定の論理的なエリアPG (A) 内に「洪水」のように広告することを特徴とする伝搬方式である。

【0005】 一方、IPパケット通信に代表される通常のコネクションレス網の通信方式においては、ユーザからのQOS要求がなく、ネットワーク側でシグナリング処理により経路を評価するという2次的な最適化処理を行わない。従来、この種のコネクションレス通信方式は、回線断および瞬間的な一方路への集中に対しても、パケットが廃棄されることなく最大限に通信要求を満足できることを目的として、直通経路以外に迂回経路を設定しておき、動的に迂回経路への切り替え処理が可能となる手法が用いられている。

【0006】 ATM網でコネクションレス通信を行うにあたり、迂回パスへの選択機能を具備した方式として、

複数の迂回経路となる複数候補を用意し、候補経路ごとに余剰帯域値を監視し、余剰帯域のより大きい経路へ切り替える制御を行う方法が提案されている（例えば、特開平3-242063号公報など）。図3は、ATM網における従来のコネクションレス処理装置の一例を示すブロック図であり、受信部31、相手アドレス認識部32、記憶テーブル部33、送信制御部34、送信部35から構成される。

【0007】図4は、従来の送信制御部の動作フローを示したフローチャートである。同図に示すように、従来の方法は、コネクションレスパケットを受信すると、パケットの付加情報から宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスに対応したPVC (Permanent Virtual Connection) を選択する。迂回経路設定手段として、図3のテーブル記憶部33で直通経路および複数の迂回経路のPVCの使用量を管理し、送信制御部34で、最も空きのあるPVCを迂回経路として選択することによりユーザの通信要求を満足させようとするものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のルーティング制御方式では、次のような問題点があった。第1の問題点は、ルーティング処理が高速化できない、ということである。すなわち、「Dijkstra」アルゴリズムに代表されるリンク状態型の経路評価による経路の確定は、伝搬方式としてブロードキャスト型の「Flooding」を用いることにより、ルーティング情報交換に要するトラフィック量が増大するため、頻繁な情報交換が行われないう。したがって、リアルタイム性に限界があり、ルーティング時の最適性が粗くなる。

【0009】その精査手段として、ATM網におけるPNNIシグナリングでは、コネクション設定ごとにCAC処理やクラックバック処理などにより2次的に詳細で、かつユーザが申告するQOSを満足するような経路評価を行い、ルーティング経路を確定する。しかし、このシグナリング処理のオーバーヘッドにより遅延が発生する。従来の迂回経路選択方法では、各経路の許容帯域値の精度を上げるために、トラフィック変動特性を予測し、実リンクトポロジー変動に忠実なコスト関数を求めるなどの複雑な計算が必要となり、迂回経路へ切り替えるための判定処理が高速化できない。問題となる要因は、いずれの方法も規定時間内に最適解となる迂回経路を導き出すための高速、低遅延を優先した処理手段が設けられていないことにある。

【0010】第2の問題点は、トポロジー情報伝搬においてトラフィック量が増大する、ということである。従来のコスト評価の判断基準としている各経路の許容帯域は、各コネクションレス処理装置のバッファ占有率、強いてはトラフィック特性に依存し、刻々と変動する。したがって、各経路の許容帯域の変動特性に引きづられて、

ルーティングテーブルが更新され、ネットワーク内の経路制御が混乱状態に陥る。また、トポロジー変動を各コネクションレス通信装置に広告 (アドバタイズ) するためのトラフィック量が増大する。問題となる要因は、コスト情報に余剰帯域値を反映していることと、伝搬方式として「Flooding」を用いていることにある。

【0011】第3の問題点は、ネットワークの大規模化に追従しにくい、ということである。問題となる直接要因は、前述と同様、伝搬方式が「Flooding」型であることに起因し、コネクションレス通信装置数をNとすると、 $O(N^2)$  のオーダーでトポロジー情報伝搬トラフィック量が増加する。トラフィック量を抑制する手段としては、下記3点が考えられている。第1の手段は、各コネクションレス通信装置でトラフィック量を抑制するタイマを配備する方法である。第2の手段は、トポロジー情報交換を行うパケットのヘッダ部の、寿命 (Lifetime) を使用し、規定時間になればパケットを死滅させる方法である。

【0012】第3の手段は、「Flooding」する論理エリアを分割階層化して、広告範囲を限定し、エリア間および下位エリア、上位エリア間には要約した情報を伝達する方法である。図2に、階層化されたネットワークにおける「Flooding」方法を示す。下位層のPG(A)-PG(X)間にはA. 1-X. 1リンクとA. 2-X. 2リンクの2本のリンクが存在するが、上位層では、2本のリンクをA-X間の1本のリンクに集約したトポロジー情報 (Topology Aggregation) を「Flooding」していることを示している。

【0013】このような抑制手段により、過度のトラフィック増大現象をある程度緩和できるが、分割エリア数をmとしたとき、トポロジー情報伝搬トラフィック量は $O(N^2/m)$  のオーダーで依然として増大傾向にあり、ネットワーク大規模化に追従しにくい。また、分割エリア数 (m) を増やしてトポロジー情報の広告範囲を縮小した場合は、トポロジー情報集約時に誤差が生じるため、結果としてルーティングの正確性を失うという問題点があった。本発明はこのような課題を解決するためのものであり、近接する場合でも最適な経路選択を実施でき、かつ迂回路への切替処理が高速化できるとともに、トポロジー情報によるトラフィック量を抑制でき、ネットワークの大規模化に追従できる高速ルーティング制御方式を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明による高速ルーティング制御方式は、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補を複数選択する経路候補選出処理部と、所定の近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、経路候補選出処理部により選出された複数の経路候補のうち、輻輳が発生しているリンクを

含まない経路候補を最適経路として特定する最適化処理部とを備えるものである。したがって、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補が複数選択され、これら経路候補のうち、所定の近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、輻輳が発生しているリンクを含まない経路候補が最適経路として特定される。また、経路候補選出処理部は、予め設定された各リンクの選出優先度を示すリンクコスト値に基づいて、宛先ノードへの経路のうち各経路を構成するリンクのリンクコスト値の総和が最も小さい最小コスト経路を選出するとともに、自己ノードに隣接する個々の隣接ノードを経由する宛先ノードへの経路のうち、その経路のリンクコスト値の総和が、最小コスト経路のリンクコスト値の総和と自ノードから隣接ノードまでのリンクコスト値の2倍との和より小さい経路を選出するようにしたものである。したがって、予め設定された各リンクのリンクコスト値に基づいて、宛先ノードへの経路のうちリンクコスト値の総和が最も小さい最小コスト経路が選出されるとともに、各経路のうち、リンクコスト値の総和が、最小コスト経路のリンクコスト値の総和と自ノードから隣接ノードまでのリンクコスト値の2倍との和より小さい経路が選出される。

【0015】また、最適化処理部は、隣接ノードから所定のモニターセルを受信し、そのモニターセルに格納されている輻輳情報のうち、自ノードから所定リンク数以上離れたノードが収容するリンクの輻輳情報を廃棄するとともに、残りの各ノードが収容する各リンクの輻輳情報を取得して最適経路の特定に用い、取得した輻輳情報と自ノードが収容する各リンクの輻輳情報とから新たなモニターセルを生成して隣接ノードに送信するようにしたものである。したがって、受信したモニターセルに格納されている輻輳情報のうち、自ノードから所定リンク数以上離れたノードが収容するリンクの輻輳情報が廃棄されるとともに、残りの各ノードが収容する各リンクの輻輳情報が取得されて最適経路の特定に用いられ、取得した輻輳情報と自ノードが収容する各リンクの輻輳情報とから新たなモニターセルが生成されて隣接ノードに送信される。また、最適化処理部は、所定周期ごとにモニターセルを送信するようにしたものである。したがって、所定周期ごとにモニターセルが送信される。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態であるコネクションレス通信装置の高速ルーティング制御方式を示すブロック図であり、基本ルーティング処理 (Basic Routing) 部11と最適化処理 (Optimize) 部12からなる2段階のルーティング制御方式により構成されていることを特徴としている。経路候補選出処理部11は、各ノードの物理的な接続情報が予め設定されているルーティングテーブル11aを有し、ATM網で利用されるP

NNI (Private Network-to-Network Interface) およびIP通信におけるOSPF (Open Shortest Path First) で代表されるルーティングプロトコルなどで用いられているリンクステート型の経路評価アルゴリズムに基づいて、大局的なルーティング経路候補を複数選出する機能を有している。

【0017】最適化処理部12は、経路候補選出処理部11にて選出された複数のルーティング経路候補の中で、さらに詳細な経路評価を行い、特定の近傍エリア内でリアルタイムに最適経路を選出する機能を有しており、図1に示すように、テーブル部13、輻輳状態監視部14、近隣エリア輻輳情報収集部15、輻輳情報編集部16から構成されている。輻輳状態監視部14では、自身のバッファのキュー長またはキュー増加率などを監視して、出力ポート単位に輻輳状態であるか否かを検出する。

【0018】近隣エリア情報収集部15は、図5に示すように、輻輳状況モニターセルを送出する送出部54、輻輳状況モニターセルを受信する受信部53、受信した輻輳状況モニターセルの距離すなわち経由リンク数 (Hop数) を加味してエージング (Aging: 寿命) 判定を行うエージング判定部52から構成されている。また、近隣エリア情報収集部15は、タイマ51を具備しており、隣接するコネクションレス通信装置に対して、自己タイミングで輻輳状況モニターセルを定期的に生成して送出する機能を有している。

【0019】したがって、近隣エリア情報収集部15は、隣接するコネクションレス通信装置から輻輳状況を格納したモニターセルを受信部53で受信し、その輻輳状況に変化があった場合には、隣接するコネクションレス通信装置とのリンクを、後述するテーブル13のツリーテーブルから除いた経路候補を検索して準最適経路を選出する。さらに、ツリーテーブルを参照して、経路候補が変更されたことをH/Wテーブルに反映する。

【0020】各コネクションレス通信装置が収集するモニターセルには、近隣コネクションレス通信装置の出力ポート単位にバッファの輻輳状況を示す情報とともに、到着するまでに経由してきたコネクションレス通信装置のHop数を示すフィールドが設けられており、経由するコネクションレス通信装置のHop数が規定回数に達した場合は、該当情報を廃棄することにより近隣エリア外への広告を抑制するエージング判定に用いられる。エージング判定部52では、管理するHop数の制限値(a)と比較して、自分が獲得し他の隣接ノードに配布する必要性を判断し、保持または廃棄のいずれかを選択して処理するものとなる。

【0021】輻輳情報編集部16では、自身のテーブル13のツリーテーブルを参照し、配布するモニターセルの編集を行う機能を有する。図6はモニターセルフォーマットであり、同図に示すように、自身の輻輳状況を先

頭に記述し、その後続けて近隣エリア情報収集部におけるエージング判定処理後の情報を挿入したフォーマットでモニターセルを生成する。コネクションレス通信装置からの距離(Hop数)に応じて輻輳情報が記述される点が特徴である。

【0022】次に、図7を参照して、本発明の動作について説明する。図7は、本発明を適用した高速ルーティング制御方式を示す動作概念図であり、(a)はコネクションレス通信装置の物理的トポロジ、(b)は経路候補選出処理部11の動作、(c)は最適化処理部12の動作を示している。以下では、A局-J局間で通信を行う場合のルーティング制御動作を例として本発明の動作を説明する。なお、ネットワーク構成時には、各リンク速度の逆数、遅延特性、あるいは廃棄率などが評価され、各リンクの選出優先度を示すリンクコスト値が各リンクに予め割り当てられているものとする。図7(b)の(i)内数字は各リンクのリンクコスト値を示している。

【0023】まず、各コネクションレス通信装置の経路候補選出処理部11は、ルーティングテーブル11aを参照して各リンクのリンクコスト値を獲得し、これらリンクコスト値を基に「Dijkstra」アルゴリズムを用いて、自分A局をルート(root:根)とした宛先J局までのルートマップ(最小木)を作成する。さらに、迂回経路対象候補となる複数経路を算出する。ここでいう複数経路とは、最小コスト経路のリンクコスト値の総和と同値、あるいは後述する「Loop free」となる条件を加味して選出したものである。この処理により選出したA-J局間の複数経路が図7(b)に実線で示されている。

【0024】最適化処理部12では、経路候補選出処理部11より提示された複数の候補経路の中で、自分の近傍エリア内の輻輳状況を加味した最適化を行い、ルーティング経路を特定する。この処理により選出された最適経路が図7(c)に実線で示されている。ここで、図9を参照して、経路候補選択部11aでの複数候補選出過程について説明する。図9は複数経路選出過程を示す説明図である。

【0025】候補となる複数経路は、基本ルーティング部11で選ばれ、かつ重複経路すなわちルーピング(Looping)が発生しない経路でなければならない。今、A局からB局までの各リンクのリンクコスト値の総和をNAとし、すべてのノード間リンクコストをc(一定)とすると、最小リンクコスト値の総和は、 $NA = 4 \times c$ となる。また、A局に隣接してa1~a6局が存在し、A-a<sub>n</sub>間(n:1~6)の最小リンクコスト値はcである。

【0026】a<sub>n</sub>-B間のリンクコスト値をN<sub>an</sub>(n:1~6)とし、AからBへ転送する場合において、a<sub>n</sub>を経由してもルーピングしないためには、A局

に戻らない条件を考慮すると、

$$N_{an} < NA + c = 5c \quad (\text{式1})$$

となる。このとき、A局からみたa<sub>n</sub>局経由のB局までのリンクコスト値は、

$$N_{an} + c < NA + c + c = 6c \quad (\text{式2})$$

となる。

【0027】したがって、複数経路の対象となる候補は、同じ最小リンクコスト値Nを持つ経路すなわち最小コスト経路と、隣接する局までの最小リンクコスト値をcとした時、その局を経由するA-B間の最小リンクコスト値が、 $N + 2 \times c$ よりも小さくなる経路、すなわち「loop free」の2種類である。図9の例では、A-B間の複数候補選択過程で、A局から次に選択し得るノードはa1, a2, a4, a6の4つの隣接ノードに限定される。A局がa3またはa5を経由してB局に到着する経路は最小でもリンクコスト値が「6c」となるため、(式2)より、A-B間経路候補から除外されることを示している。

【0028】また、図8は基本ルーティング部11で選出された経路候補がツリーテーブル化される過程と、送信ポート選択部18で実際のルーティングに使用されるH/Wテーブルがツリーテーブルを参照して準最適経路を特定する過程を示したものである。例えば、図7

(c)のArea2内に属するE局に着目した場合、作成されるツリーテーブル81は、自分(E)をルートにした他の全ノードを宛先とする最適経路をCI(Congestion Indication:輻輳表示)フラグ付きで出力ポート単位に管理する。

【0029】図8の例では、「候補1」の最適パス以外に、G-HリンクおよびH-Jリンクをそれぞれ除外

(ブロック)して「Dijkstra」演算を行った結果、得られた経路をそれぞれ「候補2」および「候補3」として選出したことを示している。CI情報はモニターセルによって収集され、準最適経路の特定は、ツリーテーブル81のCIフラグを参照して輻輳状況のチェックが行われた後、H/Wテーブル82に反映される。

【0030】ここで、ノードEからノードJへの経路のうち、H-Jリンクの出力ポートのバッファが輻輳を起こしていることが判明した場合、ツリーテーブル81上の該当箇所のCIフラグが「Nor(輻輳解除状態)」から「ALM(輻輳発生状態)」に更新される。したがって、実際のルーティング時は「候補3」のG-I-Jの経路を選択するものとなる。なお、H/Wテーブル82の作成手順については、まず、基本ルーティング部11より提示されたツリーテーブル81のリーフ(leaf:葉)の位置に該当する宛先アドレスをサーチ(ステップ①)、該宛先アドレスに対応した次段転送先ポートを決定する。その際、ツリーテーブル81より提示された候補順に経路情報の輻輳状況の確認を行い(ステップ②)、最適経路を特定する(ステップ③)。

【0031】したがって、図1の送信ポート選択部18では、H/Wテーブル82を参照して、近傍エリア内のコネクションレス通信装置にバッファ溢れの危険がない定常時は、第1の最適経路を選択する。一方、近隣コネクションレス通信装置に局所的なバッファ溢れが発生していると判れば、与えられた複数候補の中から輻輳発生経路を避けた任意（第2～第n）の出力方路を特定し、パケット単位に一時的に迂回させる制御を行う。

【0032】このように、経路候補選出処理部11にて、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補を複数選択し、最適化処理部12にて、近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、経路候補選出処理部11により選出された複数の経路候補のうち、輻輳が発生しているリンクを含まない経路候補を最適経路として特定するようにしたので、経路候補選択時には変動の少ない静的な情報に基づいて経路候補が選出されるため、経路候補の選出に要する処理時間を短縮できるとともに、これら経路候補のうち輻輳発生リンクの有無に基づいて最適経路が特定されるため、最適経路の特定に要する処理時間を短縮でき、全体としてルーティング制御を高速に処理することができる。

【0033】また、経路候補選出処理部は、予め設定された各リンクのリンクコスト値に基づいて、宛先ノードへの経路のうち各経路を構成するリンクのリンクコスト値の総和が最も小さい最小コスト経路を選出するとともに、自ノードに隣接する個々の隣接ノードを経由する宛先ノードへの経路のうち、その経路のリンクコスト値の総和が、最小コスト経路のリンクコスト値の総和と自ノードから隣接ノードまでのリンクコスト値の2倍との和より小さい経路を選出するようにしたので、比較的簡単な処理にて、自ノードを重複して経由する経路を事前に選別することが可能となり、宛先ノードが比較的近接する場合でも最適な経路選択を実施することができる。

【0034】次に、図10を参照して、最適化処理部12の動作について説明する。図10は、本発明を適用した最適化処理部12における輻輳状況伝搬方式の特徴を示した動作概念図である。同図に示すような格子型のネットワークを構成するノードGに着目する。ノードGは、まずノードIに対して、自己タイミングにより輻輳状況モニターセルを送出する。ノードGからノードIへの輻輳状況モニターセルには、前述（図6参照）のように、自身の現在の輻輳状況を先頭に、ノードGが現在獲得している隣接ノードD、E、Jの輻輳状況を付加して送出する。

【0035】さらに、ノードGは、他の隣接ノードであるノードD、E、Jに対しても輻輳状況モニターセルを同様に送出し、結果的にノードGの輻輳状況の広告範囲は、ノードGを中心として距離a（本例ではAge制限ホップ数=2）のエリア内に閉じられている。ノードG

と隣接関係にあるノードIもまた、自身のタイミングにより、現在の自己輻輳状況を先頭に、現在獲得している隣接ノードF、L、Kの輻輳状況を付加して、ノードGにモニターセルを送信する。他の隣接ノードであるノードD、E、Jも同様に動作し、ノードGは自身を中心とした距離aエリア内に存在するノードの輻輳状況を獲得する。

【0036】本発明を適用した最適化処理部における輻輳状況伝搬方式によれば、コネクションレス通信装置数の増加に比例して輻輳情報伝搬トラフィック量が増加する： $O(N)$ ものとなり、トラフィック量の増加の割合が一定に保たれる。

【0037】図11は、図10の格子型ネットワークにおけるノードGの輻輳状況モニターセル送出タイミングを示したタイムチャートである。輻輳状況モニターセルを送出するタイミングは各ノードが一定周期 $\alpha$ （ $\mu\text{sec}$ ）で行うことを示している。周期は各コネクションレス通信装置内のクロックに同期して行われる。この場合には、前述（図5、6）したように、近隣エリア輻輳状態収集部15により、ある周期タイミングでノードI、D、Jから受信された輻輳状況モニターセル111～113に基づいてツリーテーブル81の各経路の輻輳情報が更新される。

【0038】その後、これら輻輳情報に基づいてノードE宛の輻輳状況モニターセル114が生成され次の周期タイミングに送信される。したがって、輻輳状況通知セル内の情報は、情報源となるコネクションレス通信装置の距離に比例して古くなり、最も遠いところでも、”距離（a） $\times$ 周期（ $\alpha$ ）”分の過去の情報を獲得できる。近接ノードに対する輻輳情報ほど最近となり、獲得する情報としては適切であることが判る。

【0039】このように、最適化処理部12にて、隣接ノードから所定のモニターセルを受信し、そのモニターセルに格納されている輻輳情報のうち、自ノードから所定リンク数以上離れたノードが収容するリンクの輻輳情報を廃棄するとともに、残りの各ノードが収容する各リンクの輻輳情報を取得して最適経路の特定に用い、取得した輻輳情報と自ノードが収容する各リンクの輻輳情報とから新たなモニターセルを生成して隣接ノードに送信するようにしたので、モニターセルの広告範囲を物理的な近隣エリア内に限定することが可能となり、ノード数の増加に対して、輻輳情報を収集するためのモニターセルによるトラフィック増加の割合が常に一定となり、ネットワークの大規模化にも対応することができる。

【0040】また、所定周期ごとにモニターセルを送信するようにしたので、モニターセルのセル遅延揺らぎを抑制でき、各ノードが有するリンクバッファのバッファ占有率の変動を低減することができる。さらに、一部のノードから誤って多量のモニターセルが送信された場合でも、隣接するノードからは正常な周期で送信されるも



のとなり、ネットワーク全体へのモニターセルトラフィックの氾濫を防止することができる。

#### 【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、大局的なルーティングを行う経路候補選択処理部と、所定の近隣エリアにおける最適経路を特定する最適化処理部とを設けて、経路候補選択処理部にて、各ノード間を接続するリンクの物理的な接続情報に基づいて宛先ノードまでの経路候補を複数選択し、最適化処理部にて、これら経路候補のうち、所定の近隣エリアに属する各リンクの輻輳状態に基づいて、輻輳が発生しているリンクを含まない経路候補を最適経路として特定するようにしたので、経路候補選択時には変動の少ない静的な情報に基づいて経路候補が選出されるため、経路候補の選出に要する処理時間を短縮できるとともに、これら経路候補のうち輻輳発生リンクの有無に基づいて最適経路が特定されるため、最適経路の特定に要する処理時間を短縮でき、全体としてルーティング制御を高速に処理することができる。

【0042】また、経路候補選出処理部では、予め設定された各リンクの選出優先度を示すリンクコスト値に基づいて、宛先ノードへの経路のうち各経路を構成するリンクのリンクコスト値の総和が最も小さい最小コスト経路を選出するとともに、自ノードに隣接する個々の隣接ノードを経由する宛先ノードへの経路のうち、その経路のリンクコスト値の総和が、最小コスト経路のリンクコスト値の総和と自ノードから隣接ノードまでのリンクコスト値の2倍との和より小さい経路を選出するようにしたので、比較的簡単な処理にて、自ノードを重複して経由する経路を事前に選別することが可能となり、宛先ノードが比較的近接する場合でも最適な経路選択を実施することができる。

【0043】また、最適化処理部12では、隣接ノードから所定のモニターセルを受信し、そのモニターセルに格納されている輻輳情報のうち、自ノードから所定リンク数以上離れたノードが収容するリンクの輻輳情報を廃棄するとともに、残りの各ノードが収容する各リンクの輻輳情報を取得して最適経路の特定に用い、取得した輻輳情報と自ノードが収容する各リンクの輻輳情報とから新たなモニターセルを生成して隣接ノードに送信するようにしたので、モニターセルの広告範囲を物理的な近隣

エリア内に限定することが可能となり、ノード数の増加に対して、輻輳情報を収集するためのモニターセルによるトラフィック増加の割合が常に一定となり、ネットワークの大規模化にも対応することができる。また、所定周期ごとにモニターセルを送信するようにしたので、モニターセルのセル遅延揺らぎを抑制でき、各ノードが有するリンクバッファのバッファ占有率の変動を低減することができる。さらに、一部のノードから誤って多量のモニターセルが送信された場合でも、隣接するノードからは正常な周期で送信されるものとなり、ネットワーク全体へのモニターセルトラフィックの氾濫を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態による高速ルーティング制御方式を示すブロック図である。

【図2】 従来のトポロジー情報の配布方法を示す概念図である。

【図3】 従来のコネクションレス処理装置の一例を示すブロック図である。

【図4】 従来のコネクションレス処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】 近隣エリア輻輳状態収集部を示すブロック図である。

【図6】 輻輳状態モニターセルのフォーマット例を示す説明図である。

【図7】 本発明による高速ルーティング制御方式を示す動作概念図である。

【図8】 ツリーテーブルおよびH/Wテーブルの作成過程を示す説明図である。

【図9】 複数経路選出過程を示す説明図である。

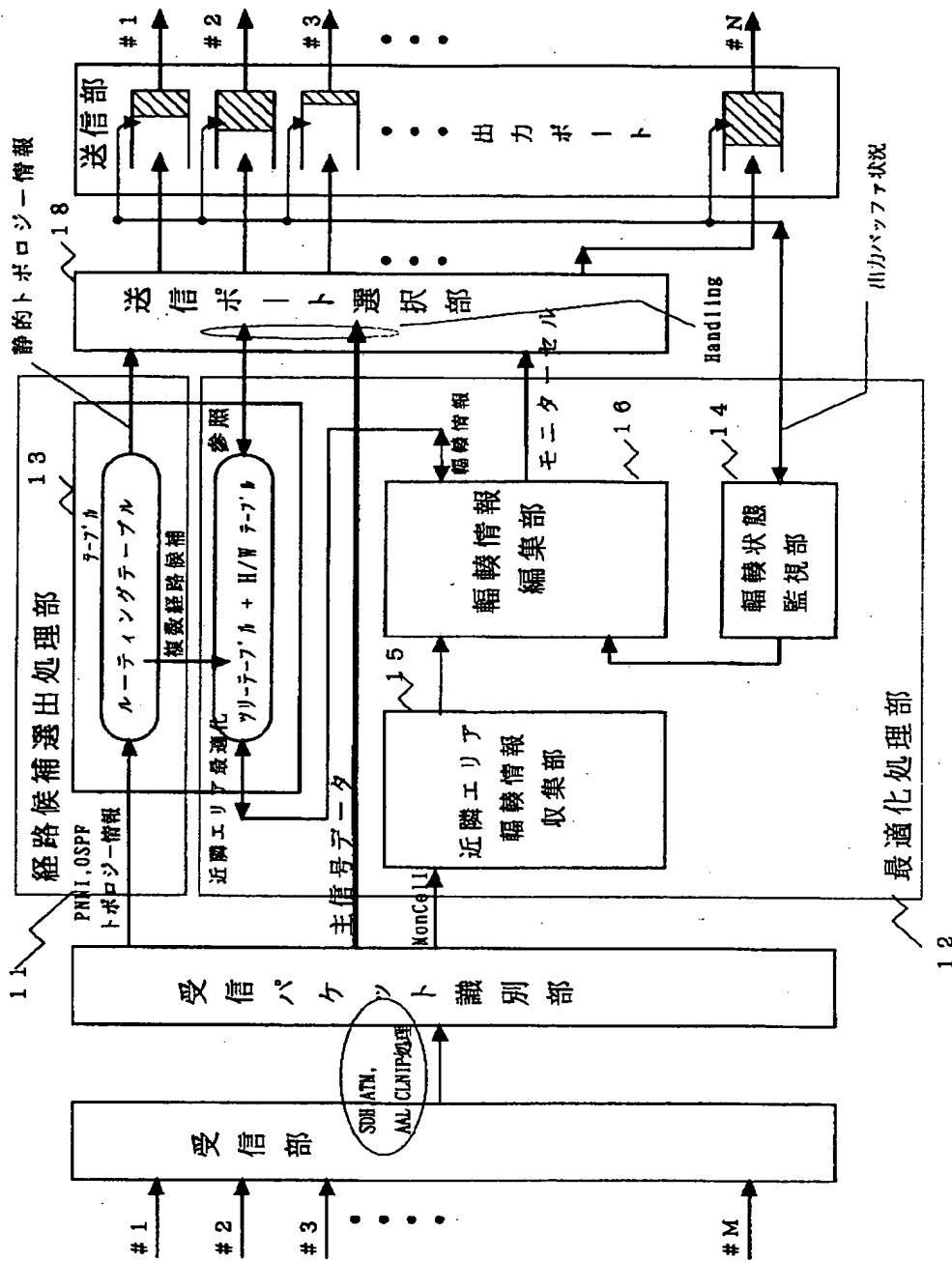
【図10】 最適化処理部の輻輳状況伝搬方式を示す動作概念図である。

【図11】 輻輳状況モニターセル送出タイミングを示すタイムチャートである。

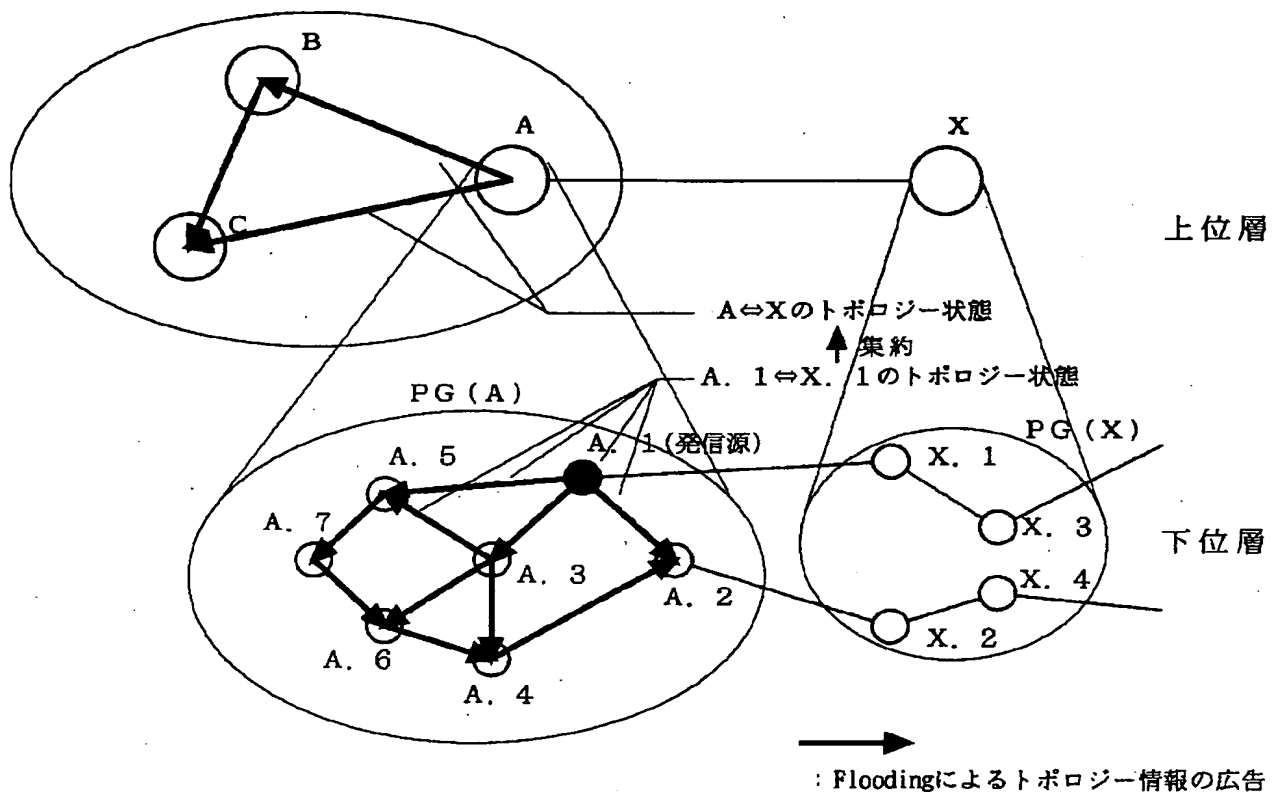
#### 【符号の説明】

11…経路候補選択処理部、12…最適化処理部、13…テーブル部、14…輻輳状態監視部、15…近隣エリア輻輳情報収集部、16…輻輳情報編集部、51…タイマ、52…エージング判定部、53…受信部、54…送信部、81…ツリーテーブル、82…H/Wテーブル。

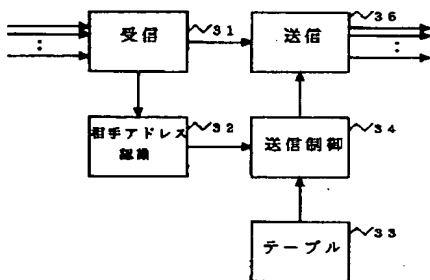
【図1】



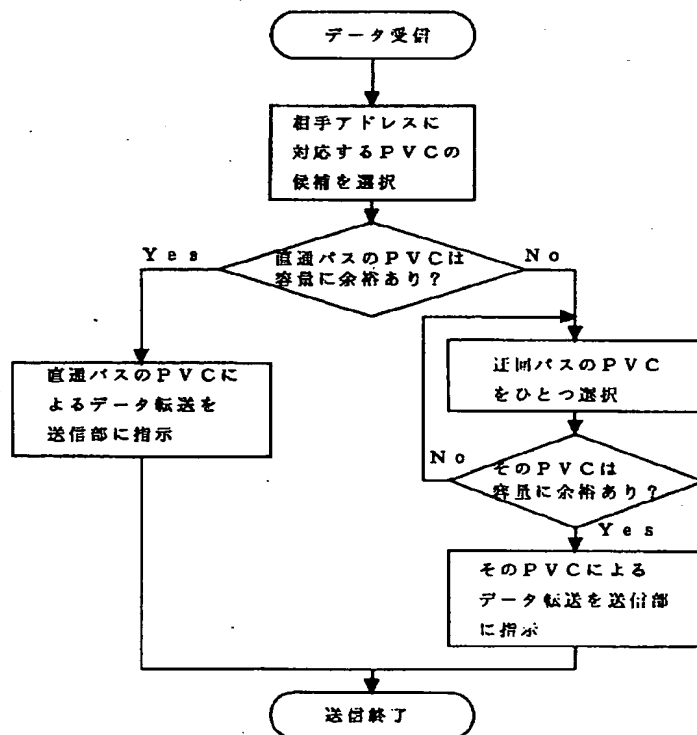
【図2】



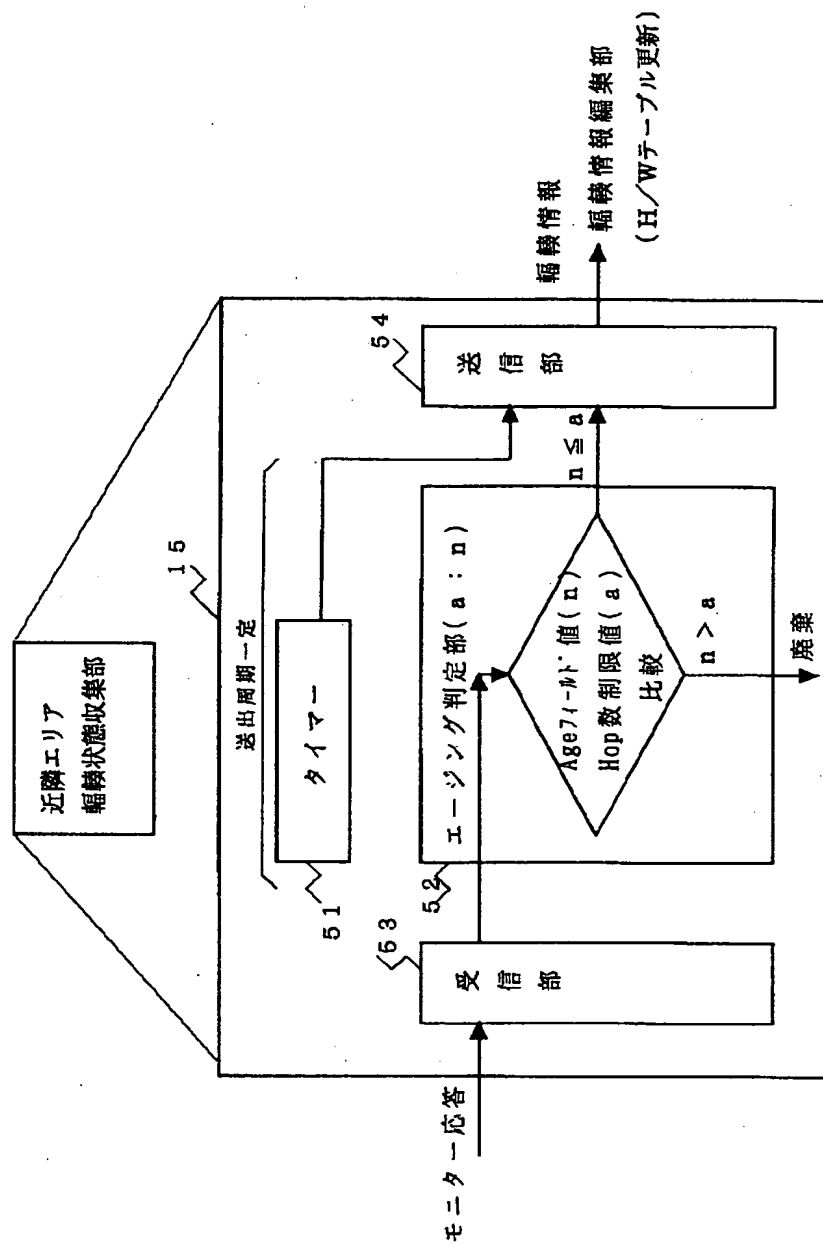
【図3】



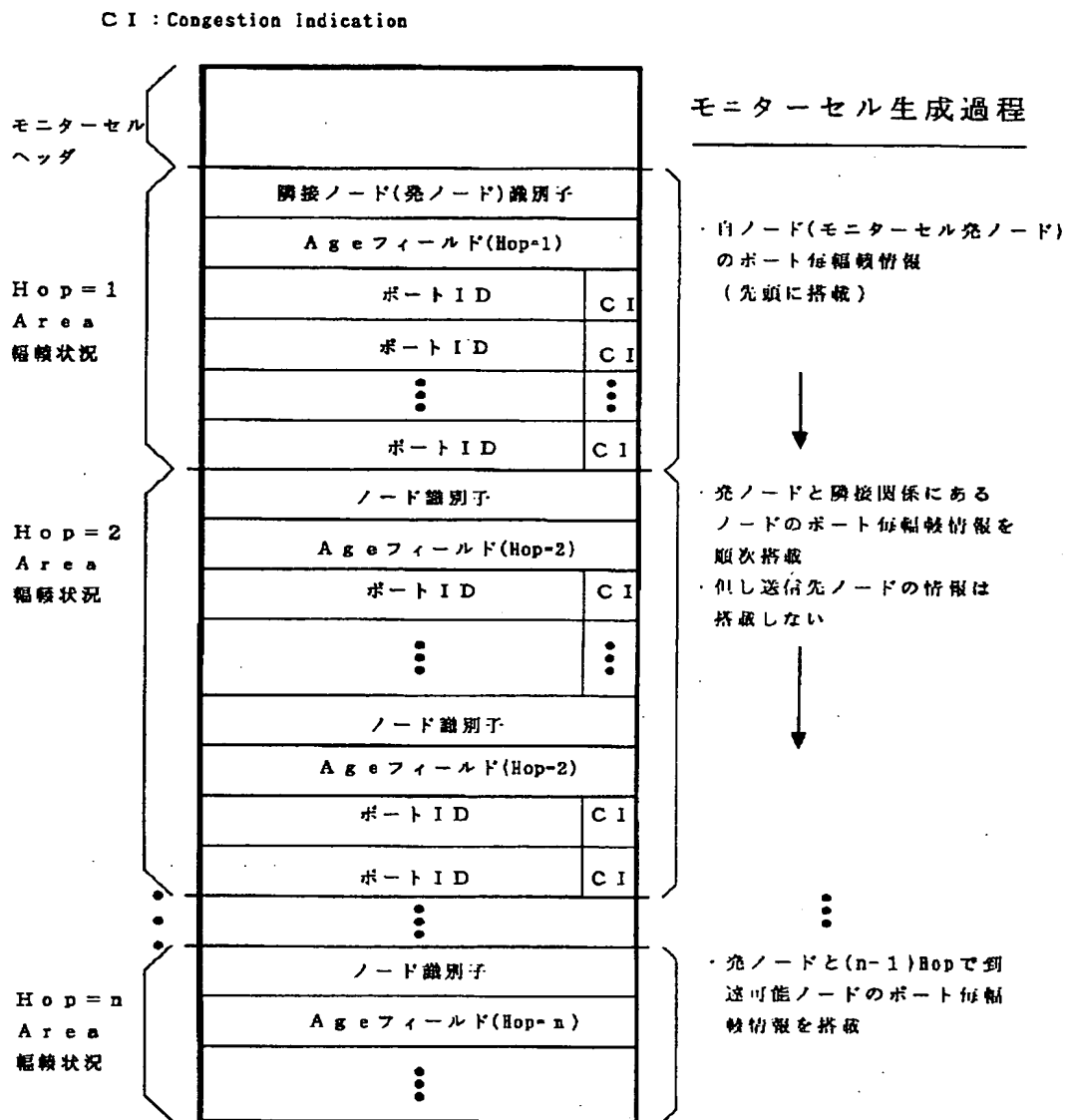
【図4】



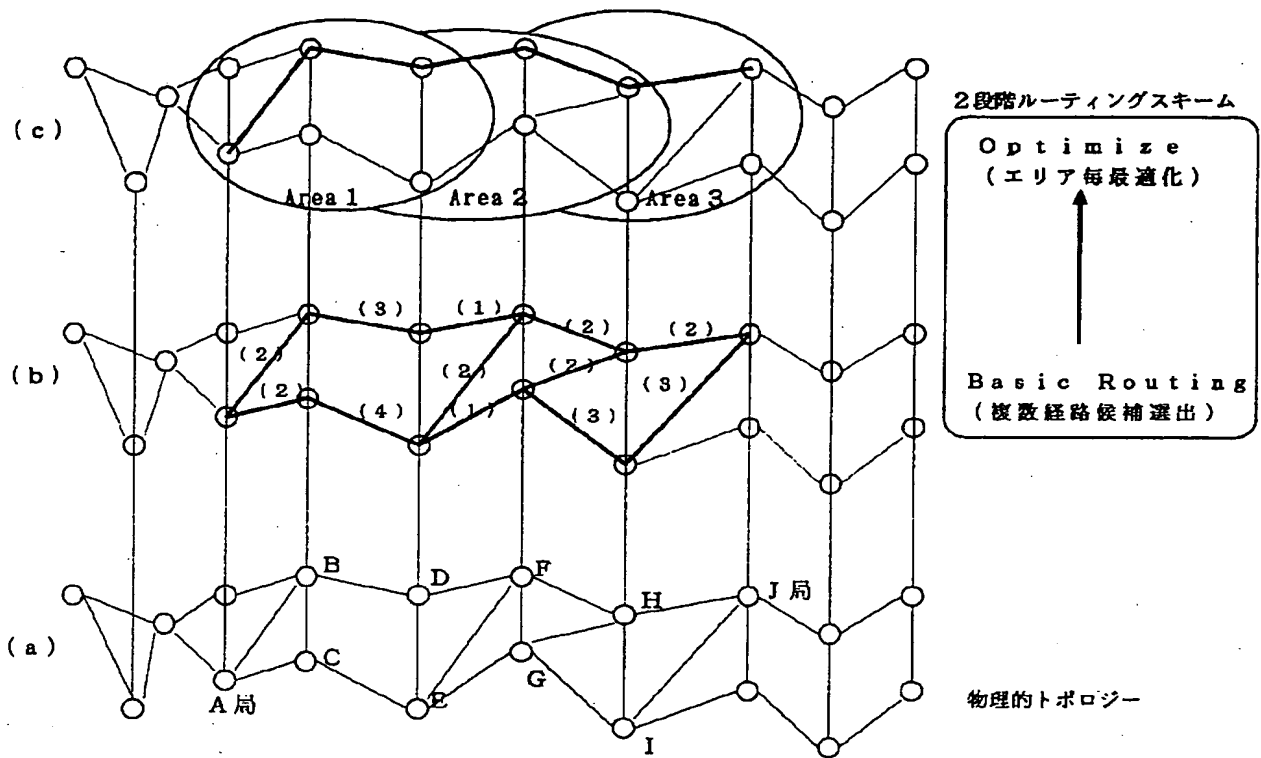
【図5】



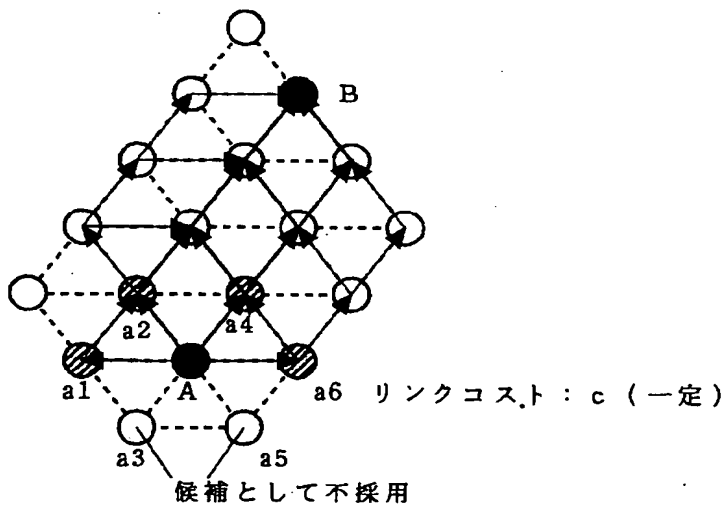
【図6】



【図7】

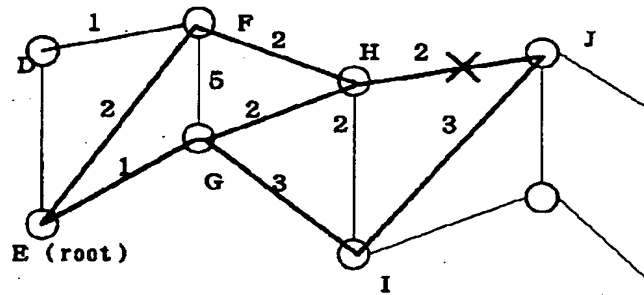


【図9】

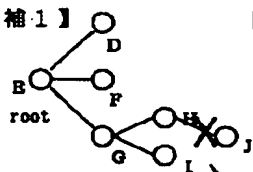


【図8】

【Area 2】

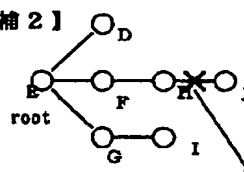


【候補1】



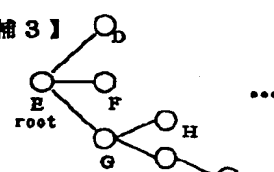
候補選択  
ツリーテーブル 8 1  
E ⇒ J

【候補2】



G ⇒ Hブロック  
候補1 ⇒ 候補2

【候補3】



H ⇒ Iブロック  
候補1 ⇒ 候補3

2. 候補順に  
CIのCheck

root	候補	Neighbor	CI	Hop=2	CI	Hop=3	CI	...	Dest.
E	1	G	Nor	H	ALM	J	Nor		
	2	F	Nor	H	ALM	J	Nor		
	3	G	Nor	I	Nor	J	Nor		

1. 宛先情報より  
経路候補選出

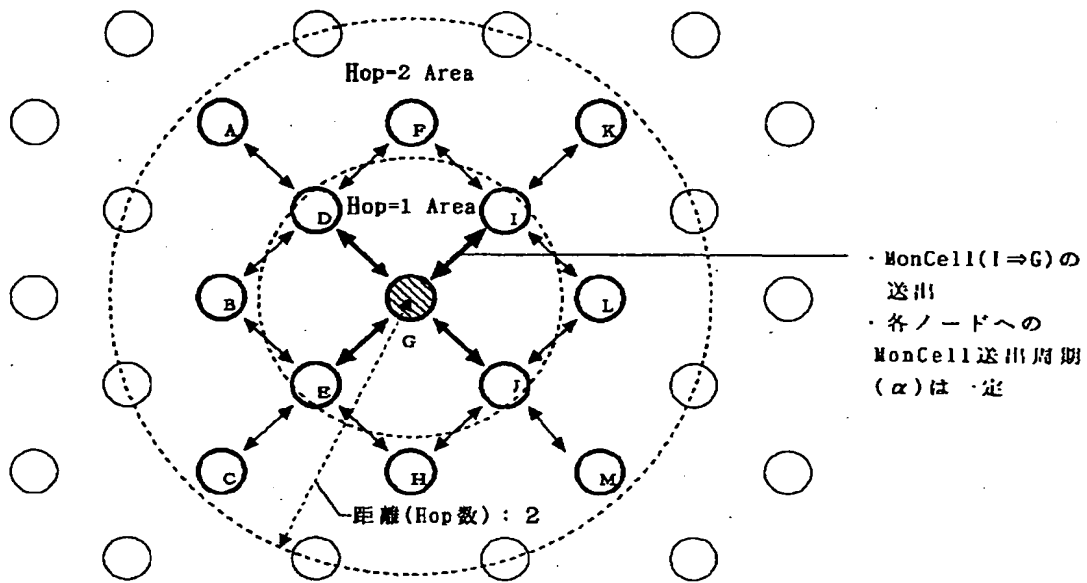
H/Wテーブル作成

H/Wテーブル 8 2

3. 経路特定

Dest.	候補	Neighbor	Hop=2	Hop=3	...
J	1	G	H		
	2	F	H		
	3	G	I		
H	1	G			
	2	F			

【図10】





【図11】

